

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



**“CORRELACIÓN DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, FUERZA
PRENSIL, VELOCIDAD Y AGILIDAD EN BASQUETBOLISTAS DE
SILLA DE RUEDAS EN EL NORESTE DE MÉXICO.”**

POR

DR. GILBERTO VELA SÁNCHEZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN**

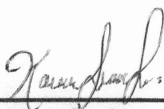
DICIEMBRE 2020

**"CORRELACIÓN DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS, FUERZA PRENSIL,
VELOCIDAD Y AGILIDAD EN BASQUETBOLISTAS DE SILLA DE RUEDAS
EN EL NORESTE DE MÉXICO."**

Aprobación de la tesis:



Dr. Carlos Enrique Barrón Gámez
Director de la tesis



Dra. Karina Salas Longoria
Coordinador de Enseñanza



Dr. med. Oscar Salas Fraire
Coordinador de Investigación



Dr. med. Oscar Salas Fraire
Profesor Titular del Programa



Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

A mi mamá por estar siempre apoyándome y brindarme confianza en los momentos que más lo necesito.

A mi papá por ayudarme en todo momento.

A mi esposa Ale por ser mi lugar de confort, mi pilar, mi luz al final del túnel, mi amiga, quien me ayudó a realizar este proyecto.

A mi hija Naty por recordarme que no me de por vencido ante nada.

A mi hijo Beto por recordarme que la vida es bella.

A mis maestros que me dieron su consejo cuando lo requería y que compartieron su conocimiento conmigo.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
1. RESÚMEN	1
Capítulo II	
2. INTRODUCCIÓN	2
Capítulo III	
3. HIPÓTESIS	8
Capítulo IV	
4. OBJETIVOS	9
Capítulo V	
5. MATERIAL Y MÉTODOS	10
Capítulo VI	
6. RESULTADOS.	15
Capítulo VII	
7. DISCUSIÓN	18
Capítulo VIII	
8. CONCLUSIÓN	22
Capítulo IX	
10.BIBLIOGRAFÍA	23
Capítulo X	
11. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	55

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1.- Resultados generales de los participantes	28
2.- Resultados descriptivos de diagnóstico médico, grupo de clasificación, test de velocidad, test de agilidad y fuerza prensil; los datos son reportados en segundos para las pruebas de velocidad y agilidad y en kilogramos para la prueba de fuerza prensil.....	29
3.- Estadística descriptiva separada por mano dominante.....	30

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diagrama de prueba de agilidad en “T”	32

RESUMEN

El baloncesto en silla de ruedas es un deporte paralímpico que se originó con las reglas del baloncesto tradicional y se adaptó a las personas que utilizan silla de ruedas. Los jugadores se clasifican en categorías y reciben puntos de jugador según su nivel de enfermedad o discapacidad. A través de los deportes adaptativos, las personas con discapacidad aprenden estrategias compensatorias y transforman la percepción de sí mismos y sus capacidades. Actualmente, se han realizado múltiples estudios en estos deportistas. Se ha demostrado que existe una relación positiva entre la capacidad física inspiratoria, la clasificación del jugador, los músculos del manguito rotador del hombro y la fuerza prensil. En este estudio, intentamos determinar si existe una variable importante entre la fuerza prensil, los datos de antropometría y las pruebas de velocidad y agilidad que podrían ofrecer un método de detección para visualizar jugadores de alto rendimiento. Una muestra de 20 jugadores de baloncesto en silla de ruedas del Centro Paralímpico de Alto Rendimiento en la región noreste de México fue dividida y evaluada en cuatro grupos por clasificación de jugador. Se realizaron pruebas de dinamometría manual, antropometría y pruebas de velocidad y agilidad. Según un análisis estadístico, hubo una correlación positiva entre la fuerza prensil y la agilidad ($r = 0.888$, $p = 0.019$); y velocidad con agilidad ($r = 0,943$, $p = 0,005$) en grupos separados. Se concluyó que indicadores de capacidades físicas como la fuerza prensil probablemente podrían ser determinantes del alto rendimiento en baloncesto en

silla de ruedas; por tanto, se puede considerar un dato fiable al realizar el cribado en estos deportistas.

INTRODUCCIÓN

El baloncesto en silla de ruedas ha ganado gran popularidad dentro del ámbito del deporte paralímpico desde que se estableció el Campeonato Mundial Masculino en 1973 y posteriormente el Campeonato Femenino en 1990 (Gómez et al., 2014). En las últimas décadas, el ferviente ascenso de fanáticos ha hecho que un gran número de jugadores hayan cambiado de nivel aficionado a semiprofesional; debido a esto el interés en el juego sigue creciendo, siendo un deporte muy practicado en la actualidad en países europeos y medianamente practicado en nuestro país (Oudejans et al., 2012).

El baloncesto en silla de ruedas es un deporte paralímpico que surge tomando parte de las reglas del baloncesto tradicional y adaptándolo a las personas que utilizan silla de ruedas, con la imperiosa necesidad de generar y promover la actividad física en personas con discapacidad. Se juega con dos equipos de cinco jugadores en una modalidad de 4 cuartos de 10 minutos, en una cancha de baloncesto convencional siendo la puntuación la misma que las reglas tradicionales de baloncesto. Actualmente se practica en más de 80 países en todo el mundo (Gómez et al., 2014).

Los jugadores se dividen en categorías y están separados por clasificación de jugador en función de su discapacidad (Gómez et al., 2014). La clasificación de jugador es otorgada por la Federación Internacional de Baloncesto en Silla de Ruedas y se divide en 8 niveles acorde al siguiente puntaje: 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 y 4.5 (Ferro et al., 2016; IWBF, 2014).

Los jugadores con un número de clasificación de alto rango tienden a desempeñarse mejor en la cancha para la mayoría de las variables que determinan la calidad del rendimiento del juego que los jugadores de bajo rango, siendo 4.5 el puntaje de jugador más alto y 1.0 el más bajo. La puntuación del jugador va disminuyendo conforme las deficiencias físicas del jugador (de Witte et al., 2016).

La fuerza prensil ha sido ampliamente utilizada en diversos estudios y para diferentes propósitos como, por ejemplo, utilizado para medida de sarcopenia en adultos mayores, así como en la evaluación de la función motora en la rehabilitación de pacientes que padecen enfermedades neurodegenerativas tales como esclerosis múltiple, esclerosis lateral amiotrófica, miastenia gravis, secuela de evento vascular cerebral (Quiñonez-Olivas et al., 2016). Además, la fuerza de la extremidad superior puede medirse mediante dinamometría manual al ser este valor una estimación de la fuerza de toda la musculatura del miembro superior (Drolet et al., 1999; Werlauff & Steffensen, 2014).

En los usuarios de silla de ruedas las lesiones de miembros superiores son comunes, sobre todo las del hombro y muñeca, ya que, en la silla de ruedas, los jugadores deben realizar mayor movilidad de la parte superior del tronco y los brazos en los gestos deportivos del baloncesto, tales como acelerar, frenar, bloquear, robar, esto lleva consecuentemente a mayor riesgo de lesiones deportivas. La fuerza y el equilibrio de los músculos del tronco y la cintura escapulotorácica juegan un papel importante en la capacidad funcional de los jugadores. Los jugadores con frecuencia realizan movimientos de tronco para

recuperar una pelota en la parte delantera o lateral, para recibir pases laterales y para implementar la locomoción en la cancha, también movimientos como tiros libres, coladas y pases largos forman parte de una buena coordinación locomotora de la musculatura superior. En consecuencia, es probable que exista una fuerte relación entre la función del tronco y la clasificación IWBF (Desroches et al., 2010; Santos et al., 2017).

De acuerdo con numerosos estudios podemos deducir que los jugadores de baloncesto en silla de ruedas deben tener características óptimas para un buen desempeño durante el juego, como velocidad, agilidad, fuerza, potencia, resistencia y habilidades técnicas y deportivas (Gil et al., 2015). Además de todo esto, el tamaño de la rueda juega un papel importante, ya que, por definición mecánica, afecta la resistencia a la rodadura con una mayor resistencia experimentada en ruedas más pequeñas a una velocidad determinada (Faupin et al., 2013; Mason et al., 2012).

Se ha encontrado correlación entre variables físicas en usuarios de silla de ruedas, como la capacidad inspiratoria (Berrettini, 2017), la clase funcional (Gil et al., 2015) y la fuerza de los rotadores del hombro entre la fuerza prensil (Horsley et al., 2016). Al ser variables que intervienen en la movilidad y rendimiento del jugador, podemos esperar que posiblemente exista un indicador de buen rendimiento a la hora de evaluar y medir diferentes aptitudes físicas en jugadores de baloncesto en silla de ruedas.

En la actualidad, hay una disminución en la cantidad de datos relacionados con las pruebas de campo en comparación con las pruebas de laboratorio en

usuarios de sillas de ruedas (Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013). Muchos estudios se han centrado en la capacidad aeróbica y anaeróbica, la biomecánica de la mano con la silla y con la rueda y la técnica de propulsión que puede variar de ser de la parte delantera de la rueda, la parte trasera, o a los 0° (Bernardi et al., 2010; Bergamini et al., 2015; De Lira et al., 2010; Desroches et al., 2010; Herman & Barth, 2016; Knechtle & Köpfli, 2001). Las desventajas de esos estudios están relacionadas con el alto costo y el tiempo invertido. En este sentido, las pruebas basadas en el campo son una manera factible debido a su eficacia en función de los costos y rápida asimilación que podría proporcionar un indicador verdadero y objetivo del rendimiento físico en el baloncesto en silla de ruedas.

Por tanto, el propósito de este estudio nos permitirá establecer objetivamente los determinantes del rendimiento físico mediante la evaluación de medidas antropométricas, fuerza prensil, velocidad y agilidad en jugadores de baloncesto en silla de ruedas, por tanto, obtener valores para implementar programas de entrenamiento, reducir la tasa de lesiones al contar con un sistema integral. evaluación, y finalmente obtener un valor de cribado óptimo en estos deportistas. Además, existen pocos estudios que abarquen estas variables.

Este estudio permitirá establecer objetivamente la relación que exista entre la fuerza prensil, agilidad y velocidad en los basquetbolistas de silla de ruedas. Con dichos valores podemos tener referencias para implementar un programa de entrenamiento para tener una comparativa pre y post entrenamiento.

Dicho sea de paso, también se justifica el obtener un valor de screening o perfil de jugador óptimo en estos deportistas mexicanos para posterior selección y meta de rendimiento a la que puedan aspirar, así como establecer un punto de no retorno en cuanto a desempeño en las pruebas realizadas en este estudio para un fin específico.

Dado que algunas de las condiciones que padecen nuestros deportistas cursan con poco estudio y análisis en el ámbito científico deportivo, es imperativo realizar un chequeo, pruebas de habilidad previo a la competencia del atleta para conocer el estado del jugador.

Conocer y publicar los distintos hallazgos de los jugadores de nuestro estudio brindará información importante al ámbito del deporte adaptado en su rama de baloncesto de silla de ruedas, dicha información también podrá utilizarse para diferentes estudios y diferentes fines. Con los datos recabados y posterior al análisis, se podrá realizar una comparativa con deportistas internacionales.

HIPOTESIS

Hipótesis de trabajo: Las medidas antropométricas, la fuerza prensil, la velocidad y agilidad tendrán una correlación positiva en pruebas específicos.

Hipótesis de nula: Las medidas antropométricas, la fuerza prensil la velocidad y agilidad no tendrán una correlación positiva en pruebas específicos.

Hipótesis alterna: Los hallazgos encontrados podrían significar otra condición.

OBJETIVOS

Objetivo Primario:

Conocer la correlación entre medidas antropométricas, fuerza prensil, la velocidad y la agilidad en basquetbolistas de silla de ruedas en el noreste de México.

Objetivo Secundario:

Conocer el análisis descriptivo de las variables antropométricas, fuerza prensil, agilidad y velocidad de los basquetbolistas de silla de ruedas en el noreste de México.

Conocer la relación entre las variables antropométricas, la fuerza prensil, la velocidad y agilidad.

MATERIAL Y METODOS

Diseño de estudio:

Se realizó un estudio de enfoque cuantitativo de tipo observacional, transversal, descriptivo y de correlación.

Población:

Deportistas del Centro Paralímpico de Alto Rendimiento de Monterrey, N.L.

Muestra:

Basquetbolistas representativos de los 8 equipos del torneo intramuros del CEPAR (Centro Paralímpico de Alto Rendimiento).

Obtención de la muestra:

Se utilizó una fórmula de correlación de muestras para correlacionar las medidas antropométricas, la fuerza prensil con la agilidad, velocidad de jugadores de silla de basquetbol de silla de ruedas. Con una confianza del 95% y un poder estadístico del 80% y una correlación del 0.7 para un total de 19 sujetos de estudio.

The standard normal deviate for $\alpha = Z_{\alpha} = 1.960$

The standard normal deviate for $\beta = Z_{\beta} = 0.842$

$$C = 0.5 * \ln[(1+r)/(1-r)] = 0.867$$

$$\text{Total sample size} = N = [(Z_{\alpha} + Z_{\beta})/C]^2 + 3 = 19$$

Lugar o sitio del estudio:

Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación física del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México.

Criterios de inclusión:

- Sujetos que quieran participar en el estudio.
- Sujetos varones mayores de edad.
- Sujetos que cuenten con el registro como jugadores en el CEPAR.
- Sujetos con más de 3 años de experiencia practicando basquetbol en silla de ruedas.

Criterios de exclusión:

- Amputación unilateral de miembro superior.
- Amputación bilateral de miembros inferiores.
- Negativa por parte del paciente.
- Pacientes con lesiones agudas en mano o manos que puedan mermar el desempeño a corto plazo.

Criterios de eliminación:

- Ninguno.

Procedimiento

Se evaluó una muestra de jugadores del WB de un Centro de Alto Rendimiento Paralímpico. Los criterios de inclusión eran ser miembro oficial del Centro de Alto Rendimiento Paralímpico y tener al menos 3 años de experiencia practicando baloncesto en silla de ruedas. Los criterios de exclusión fueron tener amputación pélvica bilateral y / o lesión aguda en brazos, codos o manos en el momento de la evaluación que pudiera interferir con la correcta ejecución de las pruebas. Luego de obtener el consentimiento informado de los participantes, se explicó el procedimiento del protocolo, así como las pruebas que se realizarían. Para garantizar la confidencialidad, se utilizó numeración algebraica para catalogar a los participantes.

Los parámetros antropométricos de los sujetos fueron realizados por un médico certificado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) y se tomaron de acuerdo con las pautas de ISAK, incluida la altura con un estadiómetro Zaupe®, el peso con una máquina de pesaje Omron®, la amplitud con una Cinta métrica Lufkin®, diámetros de húmero y fémur con antropómetro Vernier®; circunferencias de cintura, cadera, abdomen, brazo flexionado y relajado usando una cinta métrica Lufkin®; plicometría de tríceps, bíceps, subescapular, cresta ilíaca, sacroilíaca, muslo anterior y pantorrilla medial utilizando un nuevo plicómetro Slim Guide®. La dinamometría bilateral se realizó con el codo flexionado a 90 grados y el hombro en posición neutra (kg) utilizando un dinamómetro hidráulico manual Baseline® Lite®. Previo a la realización de la toma de fuerza prensil, se le

explicó la manera correcta y los vicios musculares y posturales que pudieran generarse al tratar de realizar la fuerza máxima prensil, esto con el fin de generar un registro de datos homogéneo. Medimos la media de 3 intentos de 4 segundos de fuerza máxima seguidos de un descanso de 60 segundos (Gil et al., 2015). Las pruebas de velocidad y agilidad se realizaron en una cancha de baloncesto marcada previamente con cinta y utilizando una silla de ruedas deportiva estándar con respaldo alto y ruedas de 71 centímetros. Se utilizó un silbato de baloncesto de Molten® para indicar la señal de inicio tanto en las pruebas de velocidad como en las de agilidad. La medición de las pruebas de velocidad y agilidad se realizó con un cronómetro Catiga®. Para la comprensión de ambas pruebas, los jugadores pasaron por una explicación visual en papel y los intentos necesarios hasta que se sintieron confiados con la prueba de velocidad y agilidad. Para la prueba de velocidad de 20 metros, los jugadores comenzaron en la marca inferior y luego aceleran hasta la segunda marca a 20 metros de distancia tratando de alcanzar la velocidad máxima cruzando la línea sin disminuir la velocidad, registrando el tiempo de inicio a fin en segundos (Gil et al., 2015). Se realizó una prueba T de agilidad (Figura 1), que consistió en pasar alrededor de cuatro conos colocados en forma de “T” (conos A, B, C, D] en el piso separados por 9.14 metros (cono AB) y dos conos periféricos al cono B separados por 4,57 metros (conos BC, BD) (Gil et al., 2015). Los participantes partieron en posición izquierda hacia el cono A, y luego de escuchar el pitido de inicio, procedieron a rodar al cono B, alcanzándolo y girando a la derecha hasta el primer cono periférico C alcanzándolo y luego haciendo un giro en U para encarar y alcanzar. el segundo cono periférico D donde hicieron otro giro en U

para llegar al cono B en el centro de la forma de "T" y luego giraron a la derecha dirigiéndose y pasando por el lado derecho del cono A. El tiempo se detuvo cuando el participante pasó por la línea marcada directamente al cono A.

El estudio se concretó sin ningún tipo de negativa por parte de los participantes del estudio, así mismo se llevó a cabo sin presentar ningún abandono ni ningún contratiempo, lesión o accidente por parte de los participantes.

RESULTADOS

Se realizó el análisis estadístico utilizando el programa SPSS versión 20 (IBM).

Se dividieron a los participantes en cuatro categorías en base a la *Clasificación de jugador de la IWBf*:

Grupo 1: 1 a 1.5

Grupo 2: 2 a 2.5

Grupo 3: 3 a 3.5

Grupo 4: 4 a 4.5

Las variables categóricas se describen con frecuencias y porcentajes y las variables numéricas con media y desviación estándar. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para describir la normalidad. Se realizó un análisis paramétrico porque los datos se distribuyeron normalmente. Se realizaron pruebas t de Student para datos no apareados para examinar las diferencias entre ambas categorías. La asociación entre la fuerza prensil y las medidas antropométricas con los resultados obtenidos en las pruebas de velocidad y agilidad en silla de ruedas se evaluó mediante el cálculo del coeficiente de correlación del momento del producto de Pearson. Se utilizó un modelo de regresión lineal simple para aproximar la relación de dependencia entre las pruebas de agilidad y velocidad con medidas antropométricas y de fuerza prensil. Los análisis estadísticos se consideraron significativos para un valor de p inferior a 0,05.

Se realizó un estudio observacional, transversal y correlativo sin ningún tipo de rechazo por parte de los participantes y sin presentar abandono ni contratiempo.

Se observó una edad media de 42 años (grupo 1 = $26,50 \pm 8,40$ años, grupo 2 = $26,83 \pm 7,98$ años, grupo 3 = $42,00 \pm 10,14$ años, grupo 4 = $46,60 \pm 14,67$ años; $p = 0,092$) junto con una altura media de $169,7 \pm 10,86$ cm (grupo 1 = $164 \pm 12,45$ cm, grupo 2 = $168,33 \pm 10,93$ cm, grupo 3 = $177,33 \pm 7,02$ cm, grupo 4 = $173,60 \pm 8,84$ cm; $p = 0,274$) y peso corporal de $74,7 \pm 20,80$ kg (grupo 1 = $59,35 \pm 12,83$ kg, grupo 2 = $76,33 \pm 22,07$ kg, grupo 3 = $78,00 \pm 4,70$ kg, grupo 4 = $89,44 \pm 24,35$ kg; $p = 0,185$) (Tabla 1).

En cuanto a los diagnósticos, 5 sujetos presentaron lesión medular lumbar, 5 sujetos secuelas de polio, 3 sujetos secuelas de mielomeningoceles, 3 amputación de miembros inferiores, 3 artrogriposis y 1 parálisis cerebral (Tabla 2).

En relación con la clasificación de jugadores por puntos según su volumen de acción, 3 sujetos presentaron una clasificación de jugador de 1; 3 presentaron 1,5; 4 presentaron 2,0; 2 presentaron 2,5; 2 presentaron 3,0; 1 presentó 3,5; y 5 presentaron 4. De los 20 participantes, 15 eran diestros y 5 zurdos (Tabla 3).

La fuerza prensil media fue de $37,44 \pm 9,74$ kg.

La media de la prueba de velocidad fue de $6,93 \pm 0,95$ segundos.

La media de la prueba de agilidad fue de $23,54 \pm 2,80$ segundos.

Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la envergadura entre los grupos ($p = 0,044$).

Se encontró una correlación positiva en general entre la extensión del brazo y la dinamometría derecha ($r = 0,617$, $p = 0,000$) y la dinamometría izquierda ($r = 0,614$, $p = 0,000$).

Además, cuando se dividió por grupos, se encontró una correlación significativa entre velocidad con agilidad ($r = 0.522$, $p = 0.010$) y agilidad con peso ($r = 0.535$, $p = 0.010$) en el grupo 1.

Además, también hubo correlaciones positivas en el grupo 1 entre dinamometría y agilidad promedio de la mano ($r = 0.888$, $p = 0.019$), dinamometría y agilidad de la mano derecha ($r = 0.841$, $p = 0.036$), dinamometría y agilidad de la mano izquierda ($r = 0,928$, $p = 0,008$); también dinamometría y velocidad de la mano derecha ($r = 0,928$, $p = 0,008$), dinamometría y velocidad de la mano izquierda ($r = 0,928$, $p = 0,008$) y velocidad con agilidad ($r = 0,943$, $p = 0,005$).

Hubo una relación positiva entre la longitud del brazo y la agilidad ($r = 0,900$, $p = 0,037$) y la dinamometría de la mano y el pliegue cutáneo del bíceps ($r = 0,900$, $p = 0,037$) en el grupo 4.

DISCUSIÓN

Al hablar de los hallazgos y al comparar algunos de los resultados de este estudio con un estudio español, podemos ver que la media de las pruebas de velocidad y agilidad fueron mayores en nuestro estudio (Yanci et al., 2015). Estos investigadores también midieron la dinamometría manual de la mano dominante; esto contrasta con nuestro estudio donde se midieron ambas extremidades superiores. La fuerza prensil media en nuestro estudio fue de $37,44 \pm 9,74$ kg frente a $44,50 \pm 11,33$ kg en el estudio español. Estos valores desiguales podrían deberse a que la prueba se realizó solo en la mano dominante de los sujetos del estudio de Yanci et al. Considerando los valores que se tomaron en ambos estudios como la circunferencia del brazo relajado y flexionado ($33,20 \pm 6,39$ y $34,74 \pm 6,57$ cm en nuestro estudio versus $32,06 \pm 4,04$ cm en el brazo relajado y $34,99 \pm 4,77$ cm en el brazo flexionado) , y el peso ($74,7 \pm 20,80$ kg en nuestro estudio versus $71,89 \pm 21,71$ kg), podemos ver que son similares; así, se relacionan levemente con la fuerza prensil ya que son indicadores de la masa magra en los miembros superiores que producen mayor fuerza prensil en ambos estudios.

Gil et al, 2015 tuvieron resultados comparables a los nuestros (media de $6,93 \pm 0,95$ segundos y $23,54 \pm 2,80$ segundos para velocidad y agilidad, respectivamente en nuestro estudio, en comparación con una media de $5,65 \pm 0,66$ segundos y $16,94 \pm 1,23$ segundos para velocidad y agilidad, respectivamente). Existe una gran diferencia entre los valores medios de la

prueba de agilidad; por tanto, podemos deducir que la habilidad juega un papel importante en la agilidad (Gil et al., 2015).

Como lo comentaron de White et al., 2016 las acciones de rotación, la inclinación de la silla y la propulsión anterógrada y retrógrada pueden ser decisivas en un equipo ganador. Variables como el tamaño del jugador, la dinamometría manual e incluso la dinamometría del tronco, podrían ser parámetros útiles para identificar un equipo ganador (de Witte et al., 2016).

El hecho de que existiera una relación entre la medida de la envergadura y la dinamometría bilateral de la mano en todos los grupos podría explicarse por una mayor longitud muscular, diámetro óseo, proporción y ancho del brazo y cintura escapular que produciría un momento de fuerza estática transmitida desde la escápula a la empuñadura del dinamómetro.

También hubo una relación positiva entre peso y agilidad en todos los grupos, que favorecen la idea de un centro de gravedad más bajo para hacer cambios de dirección más rápidamente.

Al dividir a los participantes por grupos, el grupo 1 mostró correlaciones positivas con significación estadística que podría explicarse por la edad de los participantes en comparación con los otros grupos de edad, siendo el grupo 1 el grupo más joven, y según Dehghansai et al., 2017 probablemente pudiendo tener más desarrollo de destreza y energía disponible para maniobras y traducirlas al gesto deportivo y a las pruebas aplicadas independientemente de su discapacidad diagnóstica (Barfield et al., 2016; Dehghansai et al., 2017) ,

aunque a pesar de la edad, estos resultados no se vieron en el grupo 2, que también incluye participantes jóvenes.

También observamos que el rendimiento general de los jugadores con lesiones de la médula espinal no se redujo en comparación con el resto, por lo que según Collins et al. y el cambio MET en personas con lesión de la médula espinal, podemos argumentar que esto podría no ser necesario, aunque nuestro estudio no buscó el gasto de energía sino el rendimiento en pruebas específicas (Collins et al., 2010).

A partir del análisis de estos estudios y la comparación con el nuestro, podemos entender que hay mayor velocidad, agilidad y fuerza prensil en los equipos europeos que en el mexicano. Estos cambios tan notables podrían deberse a la diferente metodología de entrenamiento que existe en los países europeos, que involucra días de entrenamiento por semana, partidos por semana y tipo e intensidad de entrenamiento. Otro factor determinante es que en Europa hay más ligas profesionales de baloncesto en silla de ruedas que en México.

Posiblemente las limitaciones podrían ser las fundadas en el tamaño de la muestra, también la evaluación isocinética de Akinoğlu et al. sugieren la necesidad de estudios más amplios para el baloncesto en silla de ruedas que no solo abarquen pocas variables (Akinoğlu & Kocahan, 2017).

De igual forma, líneas de investigación abiertas para futuros estudios donde la muestra de estudio se amplía incluso a nivel nacional y por estos significados generan un mayor impacto internacional, también se pueden crear líneas de

investigación que verifiquen la veracidad de las variables de antropometría, fuerza prensil, agilidad y velocidad como contribuyentes al rendimiento y al índice de victorias durante la temporada.

A partir de la evaluación de la variedad de determinantes físicos se concluyó que la fuerza prensil podría ser un indicador de velocidad y agilidad en categorías seleccionadas del baloncesto en silla de ruedas. También se demostró que la medición de la amplitud es un buen indicador de una mejor resistencia prensil en algunas categorías.

Además, la velocidad y la agilidad del jugador de baloncesto en silla de ruedas no dependen solo de la fuerza prensil solo para el impulso de la rueda, sino de varios factores como la medida de la amplitud, el mantenimiento de un centro de gravedad bajo y la fuerza del tronco. la sinergia de la cintura escapular, el entrenamiento neuromuscular logrado con consistencia y la pericia y experiencia en una silla deportiva.

CONCLUSIÓN

Este estudio ofrece variables objetivas de interés biomecánico, kinesiológico y de entrenamiento de fuerza en antropometría, dinamometría de manos y variables como velocidad y agilidad de deportistas mexicanos que podrían ser utilizadas para la comparación con otros estudios de la misma naturaleza o área de investigación o utilizados para programas de entrenamiento en esta población (Drolet et al., 1999). También ofrece datos objetivos que presentan una posible relación entre la fuerza prensil y la agilidad y velocidad, de igual manera se obtuvieron datos de una mayor fuerza de agarre en los participantes que se relacionaban positivamente con la agilidad y velocidad, pero esto no se demostró en todos los grupos.

BIBLIOGRAFÍA

- Akınoğlu, B., & Kocahan, T. (2017). Characteristics of upper extremity's muscle strength in Turkish national wheelchair basketball players team. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(1), 62–67.
<https://doi.org/10.12965/jer.1732868.434>
- Barfield, J. P., Newsome, L., & Malone, L. A. (2016). Exercise Intensity During Power Wheelchair Soccer. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.05.012>
- Bergamini, E., Morelli, F., Marchetti, F., Vannozzi, G., Polidori, L., Paradisi, F., ... Delussu, A. S. (2015). Wheelchair Propulsion Biomechanics in Junior Basketball Players: A Method for the Evaluation of the Efficacy of a Specific Training Program. *BioMed Research International*, 2015.
<https://doi.org/10.1155/2015/275965>
- Bernardi, M., Guerra, E., Di Giacinto, B., Di Cesare, A., Castellano, V., & Bhambhani, Y. (2010). Field evaluation of paralympic athletes in selected sports: Implications for training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(6), 1200–1208.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c67d82>
- Berrettini, B. (2017). [Pathogenetic and clinical findings on the congenital diaphragm of the larynx]. *Bollettino Delle Malattie Dell'orecchio, Della Gola, Del Naso*, 84(5), 471–481.
<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.5535/arm.2017.41.4.686>

- Collins, E. G., Gater, D., Kiratli, J., Butler, J., Hanson, K., & Langbein, W. E. (2010). Energy cost of physical activities in persons with spinal cord injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(4), 691–700. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181bb902f>
- De Lira, C. A. B., Vancini, R. L., Minozzo, F. C., Sousa, B. S., Dubas, J. P., Andrade, M. S., ... Da Silva, A. C. (2010). Relationship between aerobic and anaerobic parameters and functional classification in wheelchair basketball players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(4), 638–643. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00934.x>
- de Witte, A. M. H., Hoozemans, M. J. M., Berger, M. A. M., van der Woude, L. H. V., & Veeger, D. (H E. J. (2016). Do field position and playing standard influence athlete performance in wheelchair basketball? *Journal of Sports Sciences*, 34(9), 811–820. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1072641>
- Dehghansai, N., Lemez, S., Wattie, N., & Baker, J. (2017). Training and development of Canadian wheelchair basketball players. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 511–518. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1276636>
- Desroches, G., Dumas, R., Pradon, D., Vaslin, P., Lepoutre, F. X., & Chèze, L. (2010). Upper limb joint dynamics during manual wheelchair propulsion. *Clinical Biomechanics*, 25(4), 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.12.011>
- Drolet, M., Noreau, L., Vachon, J., & Moffet, H. (1999). Muscle strength changes

as measured by dynamometry following functional rehabilitation in individuals with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(7), 791–800. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90229-0](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90229-0)

Faupin, A., Borel, B., Meyer, C., Gorce, P., & Watelain, E. (2013). Effects of synchronous versus asynchronous mode of propulsion on wheelchair basketball sprinting. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 8(6), 496–501. <https://doi.org/10.3109/17483107.2012.756947>

Ferro, A., Villacieros, J., & Pérez-Tejero, J. (2016). Sprint performance of elite wheelchair basketball players: Applicability of a laser system for describing the velocity curve. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 33(4), 358–373. <https://doi.org/10.1123/APAQ.2015-0067>

Gil, S. M., Yanci, J., Otero, M., Olasagasti, J., Badiola, A., Bidaurreazaga-Letona, I., ... Granados, C. (2015). The Functional Classification and Field Test Performance in Wheelchair Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 219–230. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0050>

Gómez, M. Á., Pérez, J., Molik, B., Szyman, R. J., & Sampaio, J. (2014). Performance analysis of elite men's and women's wheelchair basketball teams. *Journal of Sports Sciences*, 32(11), 1066–1075. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.879334>

Goosey-Tolfrey, V. L., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91.

<https://doi.org/10.1007/s40279-012-0009-6>

Herman, D. C., & Barth, J. T. (2016). Drop-Jump Landing Varies With Baseline Neurocognition. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(9), 2347–2353. <https://doi.org/10.1177/0363546516657338>

Horsley, I., Herrington, L., Hoyle, R., Prescott, E., & Bellamy, N. (2016). Do changes in hand grip strength correlate with shoulder rotator cuff function? *Shoulder & Elbow*, 8(2), 124–129. <https://doi.org/10.1177/1758573215626103>

Knechtle, B., & Köpfli, W. (2001). Treadmill exercise testing with increasing inclination as exercise protocol for wheelchair athletes. *Spinal Cord*, 39(12), 633–636. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101229>

Mason, B., Van Der Woude, L., Lenton, J. P., & Goosey-Tolfrey, V. (2012). The effect of wheel size on mobility performance in wheelchair athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 33(10), 807–812. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1311591>

Oudejans, R. R. D., Janssen, T. W. J., Heubers, S., Ruitenbeek, J. R. J. A. C., & Ruitenbeek, J. R. J. A. C. (2012). Training visual control in wheelchair basketball shooting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(3), 464–469. <https://doi.org/10.1080/02701367.2012.10599881>

Quiñonez-Olivas, C. G., Salinas-Martínez, R., Ortiz-Jiménez, X. A., Gámez-Treviño, D. G., Guajardo-Álvarez, G., & González-García, B. (2016). Muscle mass measured using bioelectrical impedance analysis, calf circumference

and grip strength in older adults. *Medicina Universitaria*, 18(72), 158–162.

<https://doi.org/10.1016/j.rmu.2016.06.005>

Santos, S. D. S., Krishnan, C., Alonso, A. C., & Greve, J. M. D. A. (2017). Trunk Function Correlates Positively with Wheelchair Basketball Player Classification. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(2), 101–108. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000548>

The, P. B. Y., Player, I., & Commission, C. (2014). OFFICIAL PLAYER CLASSIFICATION MANUAL PREPARED BY THE, (June), 1–30.

Werlauff, U., & Steffensen, B. F. (2014). The applicability of four clinical methods to evaluate arm and hand function in all stages of spinal muscular atrophy type II. *Disability and Rehabilitation*, 36(25), 2120–2126. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.892157>

Yanci, J., Granados, C., Otero, M., Badiola, A., Olasagasti, J., Bidaurreazaga-Letona, I., ... Gil, S. M. (2015). Sprint, agility, strength and endurance capacity in wheelchair basketball players. *Biology of Sport*, 32(1), 71–78. <https://doi.org/10.5604/20831862.1127285>

Tabla 1.- Resultados generales de los participantes

Participante	Edad	Puntos clase	Diagnóstico médico	Altura (cm)	Peso (kg)	Mano dominante	Envergadura (cm)			Brazo	Antebrazo	Mano	Húmero	Fémur	Brazo contraído	Brazo relajado	Cintura	Abdomen	Cadera	Triceps	Biceps	Subescapular	Cresta iliaca	Supraespinal	Abdominal	Mano derecha	Mano izq	Promedio	Velocidad	Agilidad
1	18	2.5	Secuela mielomeningocele	161.0	62.00	Der	178.00	30.20	26.40	19.60	6.10	9.30	33.50	35.10	86.00	85.00	90.00	10.00	6.50	8.00	14.00	24.00	24.00	32.33	27.67	18.33	6.00	21.89		
2	40	3.0	Amputación miembro pélvico	184.0	80.20	Der	180.00	32.00	28.80	19.00	7.00	10.20	30.70	33.70	93.00	98.10	99.00	5.00	1.50	12.00	15.00	17.00	10.00	40.66	36.66	50.50	6.50	25.47		
3	21	1.0	Lesión medula espinal	176.0	75.50	Der	173.00	32.00	27.00	18.50	6.70	10.50	36.70	37.30	94.50	102.00	103.00	20.00	4.00	27.00	22.50	22.50	30.00	48.66	37.33	30.00	6.55	22.95		
4	53	3.0	Amputación miembro pélvico	178.0	81.20	Der	173.00	30.20	24.90	19.60	6.70	9.70	29.30	31.10	108.00	115.80	120.40	13.00	2.00	16.00	32.50	34.00	37.50	30.33	33.00	29.17	7.69	25.70		
5	33	3.5	Amputación miembro pélvico	170.0	72.60	Der	172.00	33.40	25.90	18.30	6.80	10.80	35.00	36.30	99.50	101.60	104.00	11.00	7.00	20.00	24.00	24.00	36.00	51.00	53.30	42.17	6.62	22.21		
6	18	1.5	Artrogriposis	172.0	52.00	Der	154.00	31.80	23.80	11.00	6.50	9.80	27.00	27.50	85.30	86.50	87.00	13.00	5.00	12.00	22.00	25.00	17.00	21.00	14.33	43.00	7.51	19.78		
7	23	4.0	Poliomielitis Secuela de Polio	181.0	130.00	Der	182.00	32.00	27.70	21.40	8.00	11.90	42.50	46.00	128.00	149.70	152.50	19.00	15.00	30.00	57.00	34.00	47.00	41.30	36.30	42.16	7.76	27.75		
8	20	1.5	Artrogriposis	160.0	50.00	Der	144.00	26.50	23.30	15.50	6.30	7.80	26.00	27.20	74.00	73.50	75.00	6.00	2.00	12.00	7.00	8.00	12.00	21.66	15.00	31.67	7.82	19.96		
9	29	1.0	Lesión medula espinal	162.0	53.50	Der	150.00	27.80	25.00	17.70	6.00	8.70	23.20	26.30	77.50	77.50	80.00	7.00	3.00	12.00	20.00	21.00	33.00	38.33	37.33	38.66	6.58	23.04		
10	37	2.0	Lesión medula espinal	182.0	80.90	Der	180.50	31.70	27.20	19.20	7.00	10.80	38.50	40.10	108.00	112.00	115.00	13.00	7.00	17.00	32.00	32.00	36.00	51.66	49.33	17.67	5.43	20.04		
11	40	1.5	Artrogriposis	142.0	49.00	Izq	163.50	32.00	25.40	18.20	5.40	8.70	22.70	23.70	85.00	90.00	92.00	9.00	6.50	21.00	12.00	17.00	27.50	28.00	30.33	48.00	6.74	19.89		
12	18	2.0	Parálisis Cerebral	170.0	75.10	Der	170.00	29.80	27.80	19.60	6.70	8.50	26.50	27.50	75.00	73.00	78.00	10.00	3.50	10.50	7.50	7.50	10.00	48.00	36.33	38.80	9.93	28.61		
13	43	4.0	Secuela de Polio	173.0	92.40	Izq	186.00	32.50	24.20	20.20	7.20	8.60	36.30	37.80	110.20	108.00	111.00	10.50	6.50	19.00	19.00	25.00	31.00	41.66	42.66	30.17	6.01	21.01		
14	29	2.0	Lesión medula espinal	155.0	59.70	Izq	156.00	29.00	23.40	16.10	6.10	9.60	34.70	35.80	90.00	99.00	99.00	15.00	8.00	25.00	28.00	27.00	33.00	36.66	38.66	27.16	6.91	27.83		
15	54	4.0	Secuela de Polio	172.0	75.20	Der	171.00	30.20	23.20	18.20	6.90	10.40	35.50	36.50	99.20	104.40	105.00	15.00	4.50	27.50	33.00	17.50	40.50	42.66	44.33	37.66	7.09	23.41		
16	52	4.0	Secuela de Polio	182.0	81.40	Izq	180.00	32.70	26.30	19.60	7.70	8.50	34.20	36.00	107.50	107.50	110.00	18.00	3.00	18.50	28.00	30.00	53.00	43.33	48.00	44.66	6.75	25.53		
17	25	2.0	Secuela mielomeningocele	180.0	118.00	Der	179.00	31.30	27.00	19.00	7.80	10.70	49.00	51.00	129.00	141.00	145.00	39.00	7.00	60.00	66.00	55.00	56.00	48.33	47.66	52.15	7.27	26.61		
18	61	4.0	Secuela de Polio	160.0	68.20	Der	168.00	30.80	25.50	16.90	6.80	8.00	32.70	33.50	93.50	98.70	99.00	14.00	7.00	18.00	50.00	36.00	55.00	28.66	25.66	43.50	7.09	23.64		
19	34	2.5	Secuela mielomeningocele	162.0	62.30	Der	165.00	31.10	28.10	18.00	6.70	9.30	33.50	35.00	86.00	85.00	89.00	10.00	6.60	8.50	15.00	24.00	25.00	33.00	27.33	37.83	6.21	22.05		
20	31	1.0	Lesión medula espinal	172.0	76.10	Izq	175.00	32.70	27.10	18.50	6.80	10.00	36.60	37.50	94.00	100.00	106.00	19.00	7.00	28.00	23.00	23.00	31.00	48.66	40.66	45.67	6.22	23.49		

Tabla 2.- Resultados descriptivos de diagnóstico médico, grupo de clasificación, test de velocidad, test de agilidad y fuerza prensil; los datos son reportados en segundos para las pruebas de velocidad y agilidad y en kilogramos para la prueba de fuerza prensil.

Participante	Edad	Grupo de clasificación	Diagnóstico médico	Test Velocidad (s)	Test de agilidad (s)	Test Fuerza prensil (kg)
1	18	2	Secuela de mielomeningocele	6	21.89	18.33
2	40	3	Amputación de miembro pélvico	6.5	25.47	50.5
3	21	1	Lesión medular	6.55	22.95	30
4	53	3	Amputación de miembro pélvico	7.69	25.7	29.17
5	33	3	Amputación de miembro pélvico	6.62	22.21	42.17
6	18	1	Artrogriposis	7.51	19.78	43
7	23	4	Secuela de Poliomiélitis	7.76	27.75	42.16
8	20	1	Artrogriposis	7.82	19.96	31.67
9	29	1	Lesión medular	6.58	23.04	38.66
10	37	2	Lesión medular	5.43	20.04	17.67
11	40	1	Artrogriposis	6.74	19.89	48
12	18	2	Parálisis cerebral	9.93	28.61	38.8
13	43	4	Secuela de Poliomiélitis	6.01	21.01	30.17
14	29	2	Lesión medular	6.91	27.83	27.16
15	54	4	Secuela de Poliomiélitis	7.09	23.41	37.66
16	52	4	Secuela de Poliomiélitis	6.75	25.53	44.66
17	25	2	Secuela de mielomeningocele	7.27	26.61	52.15
18	61	4	Secuela de Poliomiélitis	7.09	23.64	43.5
19	34	2	Secuela de mielomeningocele	6.21	22.05	37.83
20	31	1	Lesión medular	6.22	23.49	45.67

Tabla 3.- Estadística descriptiva separada por mano dominante.

Mano dominante (D = Derecha, I = Izquierdo)		N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estandar
D	Altura (cm)	15	160.0	184.0	171.333	8.6658
	Peso (kg)	15	50.00	130.00	75.78	22.30
	Envergadura (cm)	15	144.00	182.00	169.30	11.58
	L-brazo (cm)	15	26.50	33.40	30.72	1.75
	L-antebrazo (cm)	15	23.20	28.80	26.11	1.78
	L-mano (cm)	15	11.00	21.40	18.10	2.38
	D-Humero (cm)	15	6.00	8.00	6.80	0.54
	D-Fémur (cm)	15	7.80	11.90	9.76	1.16
	C-Brazo relajado(cm)	15	23.20	49.00	33.31	6.77
	C-Brazo contraído(cm)	15	26.30	51.00	34.94	6.97
	C-Cintura (cm)	15	74.00	129.00	95.77	16.95
	C-Abdomen (cm)	15	73.00	149.70	100.25	22.59
	C-Cadera (cm)	15	75.00	152.50	102.79	22.77
	S-Triceps (mm)	15	5.00	39.00	13.67	8.19
	S-Biceps (mm)	15	1.50	15.00	5.44	3.33
	S-Subescapular (mm)	15	8.00	60.00	19.37	13.23
	S-Cresta Iliaca (mm)	15	7.00	66.00	27.83	17.67
	S-Supraespinal (mm)	15	7.50	55.00	25.43	11.86
	S-Abdominal (mm)	15	10.00	56.00	31.27	15.04
	Dinamometría der (kg)	15	21.00	51.66	38.51	10.25
	Dinamometría izq (kg)	15	14.33	53.30	34.77	11.45
	Prueba Velocidad(s)	15	5.43	9.93	7.07	1.05
	Prueba Agilidad(s)	15	19.78	28.61	23.54	2.77
	Dinamometría promedio(kg)	15	17.67	52.15	36.88	10.04
	Valid N (per list)	15				

I	Altura (cm)	5	142.00	182.00	164.80	16.05
	Peso (kg)	5	49.00	92.40	71.72	17.33
	Envergadura (cm)	5	156.00	186.00	172.10	12.22
	L-brazo (cm)	5	29.00	32.70	31.78	1.58
	L-antebrazo (cm)	5	23.40	27.10	25.28	1.51
	L-mano (cm)	5	16.10	20.20	18.52	1.58
	D-Humero (cm)	5	5.40	7.70	6.64	0.91
	D-Fémur (cm)	5	8.50	10.00	9.08	0.68
	C-Brazo relajado(cm)	5	22.70	36.60	32.90	5.79
	C-Brazo contraído(cm)	5	23.70	37.80	34.16	5.91
	C-Cintura (cm)	5	85.00	110.20	97.34	11.02
	C-Abdomen (cm)	5	90.00	108.00	100.90	7.37
	C-Cadera (cm)	5	92.00	111.00	103.60	8.02
	S-Triceps (mm)	5	9.00	19.00	14.30	4.44
	S-Biceps (mm)	5	3.00	8.00	6.20	1.89
	S-Subescapular (mm)	5	18.50	28.00	22.30	4.09
	S-Cresta Iliaca (mm)	5	12.00	28.00	22.00	6.75
	S-Supraespinal (mm)	5	17.00	30.00	24.40	4.88
	S-Abdominal (mm)	5	27.50	53.00	35.10	10.20
	Dinamometría der (kg)	5	28.00	48.66	39.66	7.80
	Dinamometría izq (kg)	5	30.33	48.00	40.06	6.46
	Prueba Velocidad(s)	5	6.01	6.91	6.53	0.39
	Prueba Agilidad(s)	5	19.89	27.83	23.55	3.24
	Dinamometría promedio(kg)	5	27.16	48.00	39.13	9.69
	Valid N (per list)	5				

Figura 1.- Diagrama de prueba de agilidad en "T"

